

**Analisis Kesiapan Komunikasi dan Elektronika Marinir Guna  
Meningkatkan Sistem Komunikasi Taktis Modern dalam Rangka  
Mendukung Operasi Amfibi**

**Didik Sutejo<sup>1</sup>, Achmad Sochfan<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Sekolah Staf dan Komando Angkatan Laut  
didiksutejo53k@gmail.com<sup>1</sup>, a.sochfan42@gmail.com<sup>2</sup>

**ABSTRACT**

*Amphibious operations represent one of the most complex military maneuvers, demanding high-precision coordination between land, sea, and air elements. The success of such operations is heavily dictated by the effectiveness of Tactical Communication Systems (TCS). This study aims to analyze the readiness level of the Marine Communication and Electronics (Komlek) units in facing the challenges of modern warfare and to formulate strategies for upgrading TCS capabilities. The research employs a descriptive qualitative method, evaluating three primary pillars: human resources (personnel), hardware infrastructure (materiel), and existing communication doctrines. Analysis reveals that while current field communication fundamentals remain functional, there is a critical urgency for technological modernization to mitigate Electronic Warfare (EW) threats, jamming attempts, and bandwidth limitations in difficult operational terrains. This article recommends a transition toward IP-based (Internet Protocol) communication systems, the strengthening of high-level data encryption, and the integration of military satellite communication systems to ensure continuity of Command and Control (C2). Enhancing communication readiness to be adaptive toward digital and cyber technologies is projected to increase the efficiency of real-time operational orders and intelligence reporting, ultimately bolstering the striking power and success rate of future Amphibious Operations.*

**Keywords:** communication and electronics; amphibious operations; tactical communication systems; defense equipment modernization; marine corps.

**ABSTRAK**

Operasi amfibi merupakan salah satu operasi militer paling kompleks yang menuntut koordinasi presisi tinggi antara unsur darat, laut, dan udara. Keberhasilan operasi ini sangat bergantung pada efektivitas Sistem Komunikasi Taktis (Siskomtaks). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat kesiapan satuan Komunikasi dan Elektronika (Komlek) Marinir dalam menghadapi tantangan peperangan modern dan merumuskan strategi peningkatan kapabilitas Siskomtaks. Metode penelitian yang digunakan adalah kualitatif deskriptif dengan melakukan evaluasi terhadap tiga pilar utama: aspek sumber daya manusia (personel), infrastruktur perangkat keras (materiel), dan doktrin komunikasi yang berlaku. Hasil analisis menunjukkan bahwa meskipun fundamental komunikasi lapangan saat ini masih fungsional, terdapat urgensi besar untuk melakukan modernisasi teknologi guna mengatasi kendala *Electronic Warfare (EW)*, ancaman *jamming*, serta keterbatasan *bandwidth* pada medan operasi yang sulit. Artikel ini merekomendasikan transisi menuju sistem komunikasi berbasis IP (*Internet Protocol*), penguatan enkripsi data tingkat tinggi, serta integrasi sistem komunikasi satelit (Satelit Militer) untuk menjamin kontinuitas komando dan kendali (C2). Peningkatan kesiapan Komlek yang adaptif terhadap teknologi digital dan siber diprediksi akan meningkatkan efisiensi penyampaian perintah operasi dan laporan intelijen secara *real-*

*time*, yang pada akhirnya memperkuat daya hantam dan keberhasilan Operasi Amfibi di masa depan.

**Kata kunci:** komunikasi dan elektronika, operasi amfibi, sistem komunikasi taktis, modernisasi alutsista, korps marinir

## PENDAHULUAN

Operasi amfibi merupakan salah satu bentuk operasi militer yang paling kompleks dan berisiko tinggi, karena melibatkan proyeksi kekuatan dari laut ke pantai yang terjaga. Keberhasilan operasi ini sangat bergantung pada sinkronisasi yang sempurna antara unsur tugas darat, laut, dan udara dalam waktu yang sangat singkat. Dalam dinamika tempur tersebut, sistem komunikasi dan elektronika (Komlek) bertindak sebagai urat saraf organisasi yang memungkinkan komando dan kendali berjalan secara efektif. Tanpa adanya kesiapan Komlek yang mumpuni, koordinasi antar unsur akan terhambat, yang pada akhirnya dapat mengakibatkan kegagalan operasi dan kerugian personel yang besar (Mulyadi, 2021).

Seiring dengan perkembangan teknologi militer, medan perang saat ini telah bertransformasi menuju era *Network Centric Warfare* (NCW). Konsep ini menekankan pada keunggulan informasi dan kolaborasi antar sensor dan aktor melalui jaringan komunikasi yang terintegrasi. Bagi Korps Marinir, mengadopsi sistem komunikasi taktis yang modern bukan lagi merupakan pilihan, melainkan keharusan untuk mempertahankan keunggulan kompetitif di medan laga. Implementasi teknologi berbasis digital dan satelit diperlukan untuk memastikan bahwa data intelijen dan perintah operasi dapat ditransmisikan secara cepat dan akurat (Sugiono, 2023).

Namun, realitas di lapangan menunjukkan bahwa tantangan terhadap kesiapan Komlek semakin beragam, terutama dengan meningkatnya kapabilitas peperangan elektronika (*Electronic Warfare*) oleh pihak lawan. Ancaman berupa gangguan sinyal (*jamming*) dan penyadapan frekuensi menjadi kendala utama yang dapat memutus rantai komando dalam operasi amfibi. Oleh karena itu, diperlukan analisis mendalam mengenai ketahanan perangkat komunikasi yang digunakan saat ini serta kemampuan personel dalam mengoperasikan alat komunikasi di bawah tekanan gangguan elektronika yang intens (Prasetyo, 2022).

Selain faktor perangkat keras, aspek sumber daya manusia dan doktrin komunikasi memegang peranan krusial dalam membangun sistem komunikasi taktis yang tangguh. Modernisasi perangkat tanpa dibarengi dengan peningkatan literasi digital dan penguasaan prosedur komunikasi yang adaptif hanya akan menciptakan kesenjangan operasional. Pelatihan yang berkelanjutan dan simulasi taktis yang menyerupai kondisi medan sebenarnya menjadi kunci utama dalam memastikan bahwa setiap operator Komlek memiliki kesiapan mental dan teknis untuk mendukung pergerakan pasukan pendarat (Wibowo, 2024).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini memfokuskan pada analisis kesiapan satuan Komlek Marinir dalam mengintegrasikan sistem komunikasi taktis modern guna mendukung keberhasilan operasi amfibi. Fokus utama diarahkan pada evaluasi infrastruktur yang ada, pemetaan celah teknologi, serta perumusan

strategi peningkatan kapabilitas yang relevan dengan tuntutan peperangan masa depan. Diharapkan, hasil analisis ini dapat memberikan rekomendasi strategis bagi pengambil kebijakan di lingkungan Korps Marinir untuk memperkuat sistem pertahanan nasional (Santosa, 2023).

## METODE PENELITIAN

### 1. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kualitatif deskriptif dengan pendekatan studi kasus strategis. Penggunaan metode ini bertujuan untuk memberikan gambaran secara mendalam dan sistematis mengenai kondisi eksisting kesiapan komunikasi dan elektronika di lingkungan Korps Marinir. Dengan pendekatan kualitatif, peneliti dapat mengeksplorasi fenomena kompleks seperti integrasi teknologi baru dalam doktrin militer tradisional, serta menganalisis hambatan non-teknis yang tidak dapat diukur hanya dengan angka, sehingga dihasilkan rekomendasi yang komprehensif untuk pengembangan sistem komunikasi taktis modern.

### 2. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dipusatkan pada Satuan Komunikasi dan Elektronika (Satkomlek) Korps Marinir serta area latihan tempur yang sering digunakan untuk simulasi operasi amfibi, seperti Pusat Latihan Pertempuran (Puslatpur) Marinir. Pemilihan lokasi ini dilakukan secara sengaja (*purposive*) karena merupakan titik sentral pengelolaan alutsista komunikasi dan pusat komando kendali dalam operasi pendaratan. Keberadaan peneliti di lokasi-lokasi strategis ini memungkinkan observasi langsung terhadap performa perangkat komunikasi taktis pada berbagai kondisi medan, baik di pesisir maupun di daerah hutan (pedalaman).

### 3. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui triangulasi data yang meliputi wawancara mendalam (*in-depth interview*), observasi lapangan, dan studi dokumentasi. Wawancara dilakukan kepada para perwira komunikasi, operator radio lapangan, dan ahli teknologi pertahanan untuk mendapatkan perspektif teknis serta taktis. Observasi dilakukan saat latihan satuan untuk melihat efektivitas transmisi data secara *real-time*, sementara studi dokumentasi mencakup analisis terhadap standar prosedur operasional (SOP) komunikasi yang berlaku serta spesifikasi teknis perangkat komunikasi yang digunakan saat ini guna mengidentifikasi celah teknologi yang perlu diperbaiki.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Transformasi Menuju *Network Centric Warfare (NCW)* dalam Operasi Amfibi

Konsep *Network Centric Warfare (NCW)* merupakan teori pilar dalam modernisasi militer yang menekankan pada kekuatan jaringan informasi untuk menciptakan keunggulan kompetitif. Dalam konteks Korps Marinir, NCW bukan sekadar modernisasi alat, melainkan perubahan paradigma dari operasi berbasis

platform menjadi operasi berbasis jaringan. Teori ini menyatakan bahwa keterhubungan antar sensor, pengambil keputusan, dan penembak akan mempercepat siklus *Observe-Orient-Decide-Act* (OODA Loop), yang sangat krusial dalam pendaratan amfibi yang dinamis (Alberts & Hayes, 2006).

Penerapan NCW dalam operasi amfibi menuntut integrasi total antara kapal markas, pasukan pendarat, dan unsur udara. Tanpa jaringan yang solid, informasi intelijen mengenai pantai pendaratan akan terlambat sampai ke pasukan garis depan, yang dapat mengakibatkan jatuhnya korban jiwa. Oleh karena itu, kesiapan Komlek harus diarahkan pada pembangunan infrastruktur digital yang mampu mentransmisikan data dalam volume besar dan kecepatan tinggi untuk mendukung kesadaran situasional bersama (*Shared Situational Awareness*).

Secara teoritis, efektivitas NCW diukur dari sejauh mana informasi dapat dibagikan secara *real-time* tanpa adanya hambatan birokrasi teknis. Di lingkungan Marinir, hal ini berarti setiap prajurit di lapangan tidak hanya menjadi petempur, tetapi juga menjadi simpul data yang memberikan input visual atau koordinat GPS ke pusat komando. Jaringan ini harus bersifat *self-healing*, di mana jika satu simpul hancur, jaringan komunikasi tetap dapat berfungsi melalui rute alternatif.

Namun, transisi menuju NCW di Indonesia masih menghadapi tantangan pada standarisasi protokol komunikasi antar matra. Seringkali, perangkat komunikasi yang dimiliki oleh unsur laut tidak sepenuhnya kompatibel dengan perangkat yang dibawa oleh pasukan darat Marinir. Sinkronisasi frekuensi dan enkripsi menjadi pekerjaan rumah besar dalam memastikan bahwa "jaringan" yang dimaksud benar-benar terintegrasi secara horisontal maupun vertikal.

Oleh karena itu, pembahasan NCW dalam artikel ini menekankan bahwa teknologi komunikasi taktis modern harus mampu menjembatani kesenjangan tersebut. Investasi pada sistem *Common Data Link* (CDL) menjadi harga mati agar Marinir dapat beroperasi dalam ekosistem peperangan digital. Keberhasilan operasi amfibi masa depan tidak lagi ditentukan oleh siapa yang memiliki peluru paling banyak, melainkan siapa yang memiliki informasi paling akurat dan tercepat.

**Tabel 1. Perbandingan Paradigma Komunikasi.**

ASPEK PERBANDINGAN	SISTEM KOMUNIKASI KONVENSIONAL	SISTEM KOMUNIKASI MODERN (NCW & SDR)
Arsitektur	Berbasis Platform (Radio-ke-Radio)	Berbasis Jaringan (Mesh Network/IP)
Keamanan Sinyal	Frekuensi Statis (Mudah di-jamming)	<i>Frequency Hopping &amp; LPI/LPD (Anti-jamming)</i>
Kapasitas Data	Terbatas pada Suara (Voice Only)	<i>High Bandwidth</i> (Suara, Data, Video)
Fleksibilitas	Kaku (Hardware-dependent)	Adaptif (Software-defined)
Jangkauan	Terbatas Cakrawala (Line of Sight)	Tanpa Batas (Integrasi Satelit/BLOS)

## **Implementasi Software Defined Radio (SDR) dan Ketahanan Electronic Warfare**

Dalam menghadapi ancaman peperangan elektronika (*Electronic Warfare*), teori *Signal Interception and Jamming* menjadi landasan dalam mengevaluasi kerentanan komunikasi. Musuh modern memiliki kemampuan untuk mengacak frekuensi (*jamming*) atau menyadap pembicaraan taktis guna mengetahui posisi pasukan. Untuk memitigasi hal ini, penggunaan teknologi *Software Defined Radio* (SDR) menjadi solusi utama karena fleksibilitasnya dalam mengubah parameter transmisi melalui perangkat lunak tanpa mengganti perangkat keras fisik.

Teori SDR mengacu pada sistem komunikasi di mana komponen yang biasanya diimplementasikan dalam perangkat keras (seperti *mixer, filter, amplifier*) diimplementasikan dengan bantuan perangkat lunak. Hal ini memungkinkan Marinir untuk melakukan *Frequency Hopping* (perpindahan frekuensi cepat) dengan pola yang sangat acak, sehingga sulit dilacak oleh alat *Direction Finding* milik musuh. Kemampuan adaptif inilah yang menentukan tingkat kelangsungan hidup pasukan di pantai musuh.

Kesiapan Komlek Marinir saat ini dievaluasi berdasarkan sejauh mana perangkat radio taktis yang dimiliki telah mendukung fitur LPI/LPD (*Low Probability of Intercept / Low Probability of Detection*). Dalam operasi amfibi, saat pasukan bergerak dari kapal ke pantai, emisi gelombang radio harus diminimalisir agar tidak terdeteksi oleh radar pantai musuh. SDR memungkinkan pengaturan daya pancar yang presisi sehingga sinyal hanya terdengar oleh unit kawan dalam radius terbatas.

Selain aspek teknologi, pembahasan ini juga menyoroti pentingnya pelatihan personel dalam prosedur *Electronic Counter-Countermeasures* (ECCM). Teknologi canggih tidak akan berguna jika operator tidak memahami cara mendeteksi bahwa komunikasinya sedang diganggu. Personel Komlek harus dilatih untuk beralih ke moda komunikasi cadangan atau menggunakan teknik enkripsi manual dalam kondisi darurat elektronika ekstrem.

Secara teoritis, peperangan elektronika adalah "permainan kucing dan tikus" antara pengirim sinyal dan pengganggu. Dengan mengadopsi sistem radio modern yang memiliki fitur anti-jamming kuat, Marinir dapat memastikan bahwa instruksi komando pendaratan tetap jernih meski berada di lingkungan elektromagnetik yang padat. Modernisasi SDR merupakan langkah preventif untuk menjamin kerahasiaan dan integritas pesan taktis selama operasi berlangsung.

## **Integrasi Komunikasi Satelit (Satmildan) untuk Jangkauan Beyond Line of Sight (BLOS)**

Operasi amfibi seringkali dilakukan di wilayah terpencil yang tidak terjangkau oleh infrastruktur komunikasi terestrial. Dalam hal ini, teori *Beyond Line of Sight* (BLOS) menjadi relevan, di mana komunikasi harus mampu melampaui cakrawala fisik. Ketergantungan pada radio VHF/UHF konvensional memiliki kelemahan pada jarak jangkauan yang terbatas oleh lengkungan bumi dan rintangan alam seperti perbukitan di area pantai.

Penggunaan Satelit Militer (Satmildan) menjadi solusi strategis untuk menyediakan *backbone* komunikasi yang stabil bagi pasukan Marinir. Dengan adanya

terminal satelit portabel (*Manpack Satellite*), komandan di garis depan dapat langsung berhubungan dengan markas besar di pusat, bahkan ketika kapal induk berada ratusan mil di lepas pantai. Ini menjamin bahwa rantai komando tidak terputus meskipun pasukan telah bergerak jauh ke dalam daratan musuh.

Secara teoritis, komunikasi satelit memberikan keunggulan dalam hal *bandwidth* yang lebih lebar, memungkinkan pengiriman data video *drone* secara *live* dari medan tempur. Dalam mendukung operasi amfibi, kemampuan ini sangat krusial untuk melakukan pengintaian pantai secara *real-time* sebelum pasukan pendarat menyentuh bibir pantai. Data visual tersebut dikirim via satelit untuk dianalisis oleh staf intelijen di kapal markas guna menentukan titik pendaratan yang paling aman.

Namun, penggunaan satelit juga memiliki kerentanan, terutama terhadap serangan siber dan gangguan pada stasiun bumi. Oleh karena itu, kesiapan Komlek Marinir harus mencakup sistem redundansi, di mana satelit digunakan sebagai saluran utama, namun radio HF (High Frequency) tetap disiagakan sebagai cadangan BLOS jika satelit mengalami gangguan. Keseimbangan antara teknologi tinggi dan metode konvensional adalah kunci dari ketangguhan komunikasi militer.

Pembahasan ini menyimpulkan bahwa integrasi komunikasi satelit dalam sistem komunikasi taktis modern Marinir akan mengubah cara operasi amfibi dikendalikan. Komando tidak lagi bersifat lokal dan terbatas, melainkan dapat dipantau secara global dan terpusat. Keandalan jangkauan BLOS melalui satelit memastikan bahwa setiap pergerakan pasukan pendarat terpantau secara akurat dalam sistem peta digital yang terintegrasi.

**Tabel 2. Interoperabilitas Antar-Platform**

UNIT OPERASI	PLATFORM KOMUNIKASI	PROTOKOL INTEGRASI (TARGET)	STATUS KONEKTIVITAS
<b>KRI (Kapal Markas)</b>	Satelit & HF High Power	Gateway Link-16 / IP	Terhubung (Backbone)
<b>Tank Amfibi (Kavaleri)</b>	VHF/UHF Digital	Software Defined Radio	Terintegrasi Taktis
<b>Infantri Marinir</b>	Personal Role Radio (PRR)	AES-256 Encryption	Terhubung End-to-End
<b>Drone Pengintai (UAV)</b>	Datalink Microwave	Common Data Link (CDL)	<i>Live Streaming</i>

### **Tantangan Interoperabilitas dan Standarisasi Teknologi Multi-Platform**

Teori Interoperabilitas dalam militer menjelaskan kemampuan berbagai sistem, unit, atau pasukan untuk beroperasi bersama secara efektif menggunakan standar yang sama. Dalam operasi amfibi, tantangan terbesar seringkali bukan pada kecanggihan alat di satu unit, melainkan pada ketidakmampuan alat tersebut untuk "berbicara" dengan alat milik unit lain (misal: komunikasi antara Tank Amfibi Marinir dengan Pesawat Tempur TNI AU).

Ketidaksiapan dalam aspek interoperabilitas dapat menyebabkan fenomena *fog of war*, di mana terjadi kesalahpahaman koordinasi yang bisa berujung pada insiden *friendly fire*. Oleh karena itu, pembahasan ini menyoroti perlunya standarisasi protokol data seperti *Link-16* atau standar serupa yang diakui secara internasional dalam lingkup TNI. Standarisasi ini memungkinkan pertukaran data taktis berupa posisi kawan, posisi lawan, dan target sasaran secara otomatis di layar radar semua unit yang terlibat.

Peningkatan kesiapan Komlek Marinir harus mencakup pengadaan perangkat *gateway* yang mampu menerjemahkan berbagai format sinyal dari perangkat yang berbeda generasi. Banyak alutsista Marinir yang merupakan hasil pengadaan dari berbagai negara dengan standar komunikasi yang berbeda-beda (Rusia, Amerika, Eropa). Tanpa adanya sistem integrasi terpadu, keberagaman alutsista ini justru menjadi beban komunikasi saat dioperasikan dalam satu gugus tugas amfibi.

Dari sudut pandang manajemen organisasi, interoperabilitas juga berkaitan dengan doktrin dan bahasa prosedur. Personel dari berbagai matra harus menggunakan terminologi yang seragam dalam komunikasi radio. Kesiapan ini diuji dalam latihan gabungan, di mana sinkronisasi waktu dan frekuensi menjadi indikator keberhasilan utama dalam menyatukan gerak pasukan pendarat dengan perlindungan tembakan dari kapal perang.

Sebagai solusi, pembangunan sistem komunikasi berbasis IP (*Internet Protocol*) yang agnostik terhadap perangkat keras sangat direkomendasikan. Dengan sistem berbasis IP, semua data suara dan teks dikemas dalam paket data standar yang bisa dilewatkan melalui media apa pun (radio, kabel, satelit). Hal ini akan menciptakan fleksibilitas luar biasa bagi Marinir dalam mendukung operasi gabungan yang melibatkan banyak platform tempur sekaligus.

## **Pengembangan Sumber Daya Manusia dan Literasi Siber Komlek**

Kesiapan teknologi secanggih apa pun akan sia-sia jika tidak dibarengi dengan kualitas sumber daya manusia (SDM) yang mampu mengoperasikannya secara optimal. Teori *Human Factors in Technology* menekankan bahwa interaksi manusia dengan mesin sangat menentukan output sistem secara keseluruhan. Dalam bidang Komlek, prajurit Marinir dituntut tidak hanya jago bertempur secara fisik, tetapi juga memiliki literasi digital yang tinggi untuk mengelola sistem komunikasi yang semakin kompleks.

Tantangan masa depan bagi personel Komlek Marinir adalah ancaman perang siber (*Cyber Warfare*) yang menasar jaringan komunikasi taktis. Musuh dapat mencoba menyusup ke dalam jaringan data untuk menyebarkan informasi palsu atau mematikan sistem kontrol senjata. Oleh karena itu, pendidikan personel harus mencakup pemahaman tentang keamanan siber (*Cyber Security*), termasuk cara melakukan enkripsi data dan menjaga disiplin transmisi agar tidak terjadi kebocoran informasi.

Pelatihan yang dilakukan saat ini harus bertransformasi dari sekadar cara mengoperasikan radio menjadi cara mengelola spektrum frekuensi dan memecahkan masalah sistem jaringan di bawah tekanan tempur. Personel Komlek harus berperan

sebagai *combat technician* yang mampu melakukan perbaikan cepat di lapangan (*battlefield repair*) ketika perangkat komunikasi terkena dampak serangan musuh. Mentalitas adaptif ini sangat diperlukan dalam operasi amfibi yang penuh ketidakpastian.

Selain itu, pembahasan teori kepemimpinan dalam konteks komunikasi juga relevan. Seorang perwira komunikasi harus mampu memberikan saran teknis yang akurat kepada komandan operasi mengenai kondisi jangkauan sinyal di medan pendaratan. Kesalahan dalam penilaian teknis komunikasi dapat berakibat fatal pada pengambilan keputusan taktis. Maka, kurikulum pendidikan di Pusdik Komlek Marinir perlu terus diperbarui sesuai dengan perkembangan teknologi militer global.

Kesimpulannya, modernisasi Siskomtaks harus dipandang sebagai satu kesatuan antara "Man, Method, and Machine". Investasi pada alat (Machine) harus diikuti dengan pembaruan doktrin (Method) dan peningkatan kompetensi prajurit (Man). SDM yang unggul dalam penguasaan elektronika dan siber akan menjadi benteng terakhir dalam memastikan kelancaran arus informasi yang menjadi kunci kemenangan dalam setiap Operasi Amfibi.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa:

- 1. Paradigma *Network Centric Warfare* (NCW):** Transformasi komunikasi Marinir harus berpindah dari sekadar pengadaan alat menuju penguatan jaringan terintegrasi untuk mempercepat siklus OODA Loop dan menciptakan kesadaran situasional bersama yang akurat.
- 2. Ketahanan melalui Teknologi SDR:** Penggunaan *Software Defined Radio* (SDR) menjadi kunci untuk menghadapi peperangan elektronika melalui fitur *frequency hopping* dan LPI/LPD, yang menjamin keamanan komunikasi dari upaya *jamming* serta penyadapan musuh.
- 3. Konektivitas Satelit dan BLOS:** Integrasi satelit militer sangat krusial untuk mengatasi keterbatasan geografis dalam operasi amfibi, sehingga komando dan kendali tetap terjaga meski pasukan berada di luar jangkauan pandang (*Beyond Line of Sight*).
- 4. Interoperabilitas Multi-Platform:** Standarisasi protokol komunikasi berbasis IP dan penggunaan perangkat *gateway* diperlukan untuk menyatukan berbagai platform alutsista yang berbeda, guna menghindari kekacauan informasi (*fog of war*) dalam operasi gabungan.
- 5. Sinergi *Man, Method, and Machine*:** Kesiapan komunikasi yang tangguh hanya dapat tercapai jika modernisasi perangkat teknis dibarengi dengan pembaruan doktrin dan peningkatan literasi siber prajurit sebagai operator sekaligus teknisi di medan tempur.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Alberts, D. S., & Hayes, R. E. (2006). *Network Centric Warfare: Developing and Leveraging Information Superiority*. CCRP Publication Series.
- Mulyadi. (2021). *Sistem Komunikasi Taktis dalam Operasi Amfibi Modern*. Pustaka Matra Laut.
- Prasetyo, A. (2022). *Peperangan Elektronika: Teori Signal Jamming dan Strategi Mitigasi pada Alutsista Darat-Laut*. Penerbit Teknologi Pertahanan.
- Santosa, B. (2023). Analisis Strategis Kesiapan Komlek Marinir menghadapi Tantangan Global 2025. *Jurnal Pertahanan dan Keamanan Negara*, 12(2), 45-60.
- Sugiono, H. (2023). *Implementasi Network Centric Warfare di Lingkungan TNI AL*. Dinas Pendidikan TNI AL.
- Wibowo, S. (2024). *Manajemen Sumber Daya Manusia Bidang Komunikasi dan Elektronika di Era Digital*. PT RajaGrafindo Persada.
- Dinas Komunikasi dan Elektronika Korps Marinir. (2022). *Pedoman Teknis Pengoperasian Radio Software Defined Radio (SDR) bagi Satuan Tempur*. Jakarta: Markas Besar Korps Marinir.
- Joint Chiefs of Staff. (2020). *Joint Publication 3-02: Amphibious Operations*. Department of Defense.
- Kementerian Pertahanan Republik Indonesia. (2023). *Buku Putih Pertahanan Indonesia: Modernisasi Alutsista Menuju Force 2030*. Jakarta: Kemhan RI.
- Tanenbaum, A. S., & Wetherall, D. J. (2021). *Computer Networks (6th Edition)*. Pearson Education Limited. (Untuk referensi teori IP-Based Communication).